

EMIÇÃO DE ÓXIDO NITROSO E METANO NO OUTONO-INVIERNO EM UM PLANOSSOLO NA REGIÃO DE PELOTAS-RS

Gerson Lübke Buss¹; Rogério Oliveira de Sousa²; Walkyria Bueno Scivittaro³; Jaqueline Trombetta da Silva⁴; Roberto Carlos Doring Wolter¹; Claudia Filomena Schneider Sehn⁵; Anderson Dias da Silveira⁵; Marcelo Machado Soncini⁵; Carla Machado da Rosa⁶; Cimélio Bayer⁷

Palavras Chave: Gases de efeito estufa, arroz, entressafra.

INTRODUÇÃO

Nas atividades humanas envolvidas com produção e emissão de gases de efeito estufa (GEE), o cultivo de arroz irrigado por alagamento responde por 15% a 20% das emissões de metano (CH₄), devido à decomposição microbiana de materiais orgânicos em ambiente anóxico (LE MER & ROGER, 2001). Já as emissões de óxido nitroso (N₂O) decorrem, principalmente, da aplicação de fertilizantes nitrogenados e estão associadas à drenagem do solo em áreas cultivadas com arroz irrigado com alagamento contínuo (LIU et al., 2010).

No cultivo de arroz, o preparo antecipado do solo logo após a colheita visa corrigir imperfeições do microrrelevo, preparar a superfície do solo para a semeadura e estimular a emergência de plantas daninhas (GOMES et al., 2004), garantindo a semeadura no período indicado. Neste sistema, o revolvimento do solo ocorre meses antes do próximo período de alagamento, sendo provável que parte do carbono incorporado seja liberado ao ambiente na forma de CO₂, reduzindo as emissões de CH₄ durante o cultivo de arroz. Souza et al. (2011) verificaram que a incorporação da palha logo após a colheita do arroz reduz a quantidade anual de CH₄ emitido, em razão de a maior parte da palha ser decomposta no período de entressafra, diminuindo a disponibilidade de substrato no período de alagamento.

Atualmente busca-se, cada vez mais, economizar água no cultivo de arroz, sendo uma das alternativas para esse fim a adoção de irrigação por aspersão. Apesar do custo inicial elevado, a irrigação do arroz por aspersão pode ser vantajosa em algumas situações, promovendo redução de cerca de 50% no uso da água pela cultura (CONCENÇO et al., 2009). A irrigação por aspersão requer ainda o estabelecimento de sistema de rotação e sucessão de culturas, sendo o arroz um dos componentes. Neste sistema de produção, o solo é mantido drenado (condições aeróbicas) durante todo o ano, o que provavelmente se reflete em redução nas emissões de CH₄ do solo, relativamente a sistemas onde o arroz é irrigado por alagamento. Isto porque as condições de redução que favorecem a emissão de metano podem ocorrer tanto durante a maior parte do período de cultivo do arroz, quanto na entressafra, por períodos variáveis, dependendo do sistema de preparo do solo e da palha praticado. Quanto às emissões de N₂O, é possível que sejam favorecidas nas áreas irrigadas por aspersão, sujeitas a variações nas condições de oxirredução do solo, que favorecem alternância nos processos de nitrificação e desnitrificação, intensificando a produção e a emissão de N₂O.

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar as emissões de CH₄ e N₂O no período de entressafra (outono-inverno) de solo cultivado com arroz irrigado por alagamento e aspersão, comparando-as com as emissões de uma área natural (não cultivada).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período da entressafra do arroz (março a novembro de 2012), em um Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa

¹ Doutorando em Agronomia; UFPel; Pelotas, RS; Bolsista Capes; gersonlubke@yahoo.com.br.

² Professor Associado Dr.; Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

³ Pesquisadora Dra.; Embrapa Clima Temperado; Pelotas, RS.

⁴ Mestranda em Manejo e Conservação do Solo e da Água; UFPel.

⁵ Graduando de Agronomia; UFPel.

⁶ Pós Doutoranda; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁷ Professor Associado Dr.; Faculdade de Agronomia – UFRGS

Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1- área cultivada com arroz irrigado por inundação na safra 2011/12 e submetida a preparo antecipado no outono, seguido da semeadura de azevém (Convencional); T2- área cultivada com arroz irrigado por aspersão na safra 2011/12, seguida da semeadura de nabo forrageiro em plantio direto (Aspersão); e T3- área natural adjacente às demais, com mesmo solo e sem histórico de cultivo. Em cada uma das áreas foram dispostos, ao acaso, três sistemas coletores de gases de efeito estufa, constituídos por câmara estática fechada (MOSIER, 1989).

As câmaras são compostas de uma base de alumínio quadrada (64 cm x 64 cm), com 20 cm de altura e inserida no solo a 5 cm de profundidade, permanecendo nas parcelas durante todo o período de avaliação.

As coletas de ar para análise do CH₄ e do N₂O foram realizadas no período da entressafra, de 28 de março a 13 de novembro de 2012 (total de 231 dias), com intervalo médio de duas semanas. As precipitações ocorridas nesse período da entressafra são apresentadas na Figura 1a. No momento das amostragens de ar, realizadas sempre entre nove e onze horas da manhã, câmaras de alumínio foram dispostas sobre as bases, sendo que o fechamento hermético do conjunto câmara-base obtido pela colocação de água em canaleta localizada na parte superior da base onde a câmara era apoiada (GOMES et al., 2009). As amostras de ar do interior das câmaras foram tomadas manualmente com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos após seu fechamento. O ar no interior da câmara era homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, por meio de ventiladores presentes na parte superior da câmara e a temperatura interna era monitorada com auxílio de um termômetro digital de haste.

As amostras coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS.

Os fluxos (f) de N₂O e de CH₄ (μg N₂O ou CH₄ m⁻² h⁻¹) foram calculados pela equação:

$$f = \frac{dC}{dt} \frac{MPV}{RTA}$$

onde: dC/dt corresponde a mudança na concentração de CH₄ ou de N₂O (mmol mol⁻¹) no intervalo de tempo t (min); M é o peso molecular do respectivo gás (g mol⁻¹); P é a pressão (atm) no interior da câmara (assumida como 1,0 atm); V e T correspondem ao volume da câmara (L) e a temperatura interna (K) e R é a constante universal dos gases (0,08205 L.atm K⁻¹ mol⁻¹). e A é a área da base da câmara (m²). A taxa de aumento de gás no interior da câmara foi obtida pelo coeficiente angular da equação da reta ajustada entre a concentração dos gases e o tempo. Já a emissão total do período (231 dias) foi calculada pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de CH₄ e N₂O do solo (Gomes et al., 2009). Com base na emissão acumulada de CH₄ e de N₂O, foi calculado o potencial de aquecimento global parcial (PAGp), que considera o potencial de aquecimento de cada gás em relação ao dióxido de carbono – CO₂ (25 vezes para o CH₄ e 298 para o N₂O). Os fluxos diários e a emissão total foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pico de emissão de CH₄ na área onde o arroz foi irrigado por inundação do solo ocorreu 8 dias após o início das avaliações, com valores de 96 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹ (Figura 1b). No caso da área de arroz irrigado por aspersão não houve emissão de CH₄, ocorrendo, inclusive, fluxos negativos do gás. Já na área natural, o pico da emissão ocorreu aos 161 dias (04 de setembro de 2012), atingindo 918 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹. As emissões na área natural foram bastante variáveis e se relacionaram com as condições de umidade do solo no período de avaliação, resultante das precipitações ocorridas (Figura 1a).

A emissão de N₂O do solo na área irrigada por aspersão aumentou significativamente no período compreendido entre o final do mês de setembro e início de outubro (cerca de 180 dias após o início das avaliações) com valores que chegaram a 8.937 mg N₂O ha⁻¹ h⁻¹

(Figura 1c). Já nos outros dois tratamentos praticamente não houve fluxos de N_2O durante todo o período de entressafra do arroz. É provável que esse maior fluxo no tratamento por aspersão pode ter ocorrido devido a decomposição do nabo forrageiro.

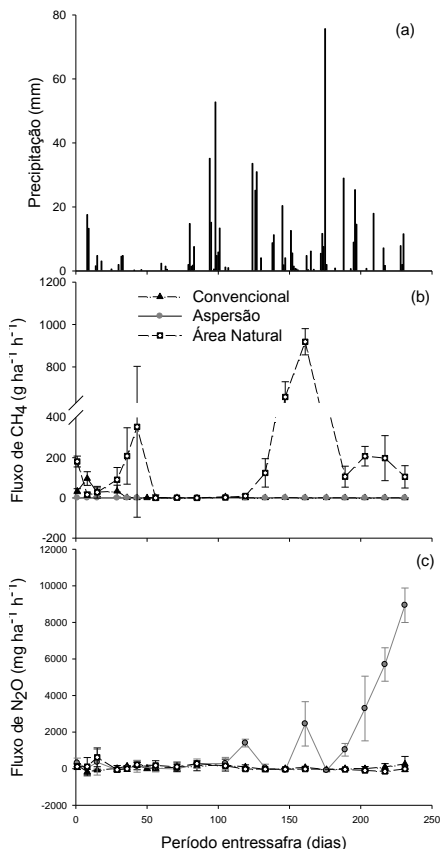


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de CH_4 (b) e de N_2O (c) durante o período de entressafra do arroz irrigado numa área de várzea, nos três tratamentos; Barras verticais representam o desvio padrão da média.

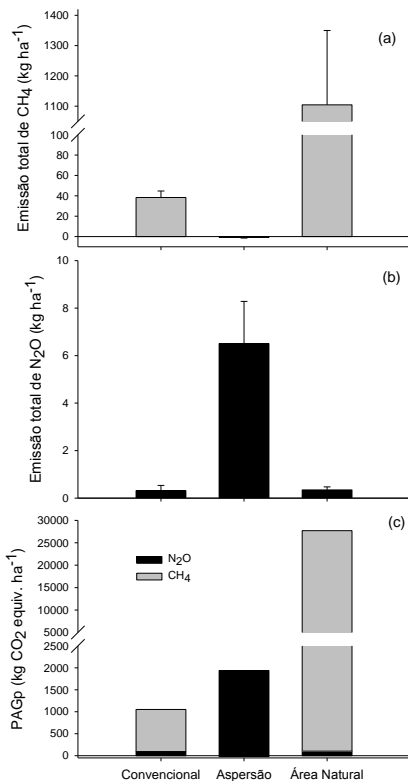


Figura 2. Emissão total de CH_4 (a), de N_2O (b) e o Potencial de Aquecimento Global parcial (c) numa área de várzea, nos três tratamentos; Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Com relação à emissão total de CH_4 , verifica-se que na área onde o arroz foi irrigado por aspersão houve mitigação das emissões desse gás do solo, comparativamente às demais áreas (Figura 2a), apresentando emissão total de CH_4 negativa (quase nula). Essa ausência de emissão pode ser explicada pelo fato de a produção de CH_4 no solo (metanogênese) requerer condições estritamente anaeróbicas, pois é restrita a micro-organismos anaeróbios obrigatórios, que são sensíveis ao oxigênio (SILVA et al., 2008), sendo que essa condição de anaerobiose é muito difícil ocorrer em áreas onde se cultiva

arroz irrigado por aspersão, onde ocorre apenas a aplicação da água necessária à cultura, evitando-se excessos.

Em relação à emissão total de N_2O , durante o período de 231 dias de avaliação (Figura 2b), observa-se que essa foi mais de 19 vezes superior na área irrigada por aspersão ($6,5 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$), comparativamente às demais áreas (irrigação por inundação = $0,31 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$ e área natural = $0,34 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$). É provável que no sistema de irrigação por aspersão haja uma alternância das condições de oxidação/redução nos períodos de chuvas, o que favorece os processos de nitrificação e desnitrificação, intensificando a produção e emissão de N_2O .

Na Figura 2c é apresentada uma comparação entre os três tratamentos avaliados no período da entressafra de 2012 em relação ao potencial de aquecimento global parcial (PAGp). A área sob irrigação por inundação na safra 2011/12 apresentou um PAGp de $1052 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$ (basicamente na forma de CH_4), o que significa um valor 47% menor em relação ao tratamento irrigado por aspersão, que apresentou PAGp de $1918 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$ (unicamente na forma de N_2O) e, um valor cerca de 26 vezes menor em relação a área natural, que apresentou $27711 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$ (basicamente na forma de CH_4).

CONCLUSÃO

A adoção de sistema de irrigação por aspersão para o arroz promove a mitigação das emissões de metano do solo, porém potencializa as emissões de óxido nitroso no período da entressafra.

Os dois sistemas de irrigação para o arroz (aspersão e inundação), quando comparados com uma área natural não cultivada, apresentam menores valores de potencial de aquecimento global parcial no período da entressafra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONCENÇO, G.; BATALHA, B. R.; LARUE, J. L.; GALON, L.; TIRONI, S. P.; MANTOVANI, E. C.; ROLFES, C. R.; SILVA, A. A. Eficiência do uso da água na produção de arroz sob irrigação mecanizada ou inundação. In: **Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 6**, Anais... Porto Alegre, RS, 2009.
- GOMES, A. S.; PAULETTO, E. A.; VERNETTI Jr., F. J.; SOUSA, R. O. Plantio direto e cultivo mínimo em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES Jr., A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Cap.12, p.349-386.
- GOMES, J.; BAYER, C.; COSTA, F.S.; PICCOLO, M.C.; ZANATTA, J.A.; VIEIRA, F.C.B. & SIX, J. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil Till. Res.**, 106:36-44, 2009.
- LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v.37, n.1, p.25-50, 2001.
- LIU, S.; QIN, Y.; ZOU, J.; LIU, Q. Effects of water regime during rice-growing season on annual direct N_2O emission in a paddy rice-winter wheat rotation system in southeast China. **Science of the Total Environment**. Amsterdam, v. 408, p. 906-913, 2010.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M. O.; SCHIMEL, D. S. (Eds.). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley. p.175-187, 1989.
- SILVA, L. S.; SOUSA, R. O.; POCOJESKI, E. Dinâmica da matéria orgânica em ambientes alagados. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. Porto Alegre: RS, Cap.27, p.525-544.2008.
- SOUZA, E. L.; FREITAS, L. L.; SCHMATZ, R.; SKOLAUDE, A. C.; DIETRICH, G.; BINOTTO, I.; MARCHESAN, E.; GIACOMINI, S. J. Fluxo de metano no período de entressafra e de cultivo do arroz irrigado sob diferentes sistemas de manejo da palha. In: **Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 7**, Anais..., v.2, p.554-557, Camboriú-SC, 2011.